

# 智慧港口 白皮书

2019 SMART PORT





# 目录

<b>1. 智慧港口发展趋势</b>	02
1.1 全球港口发展趋势	02
1.2 技术创新助力港口自动化与智能化	03
1.3 自动化码头探索	03
<b>2. 港口无线化价值及需求</b>	05
2.1 港口整体作业流程	05
2.2 典型业务场景分析	06
2.2.1 龙门吊远程控制	06
2.2.2 桥吊远程控制	07
2.2.3 IGV 集卡控制	08
2.2.4 视频监控与 AI 识别	08
2.3 港口应用对无线需求指标	09
<b>3. 5G 技术赋能智慧港口</b>	11
3.1 5G 标准与部署进展	11
3.2 5G 港口专网解决方案	12
3.2.1 混合专网	12
3.2.2 独立专网	15
3.3 港口 5G 业务特征与适配组件	15
<b>4. 5G 智慧港口案例</b>	17
<b>5. 智慧港口未来展望</b>	19

# 引言

港口作为交通运输的枢纽，在促进国际贸易和地区发展中起着举足轻重的作用，全球贸易中约 90% 的贸易由海运业承载，作业效率对于港口至关重要。在“工业 4.0”、“互联网+”大发展的时代背景下，港口也在进行数字化、全自动的转型升级。随着全球 5G 技术浪潮的到来，华为、振华重工将携手全球领先运营商，共同帮助港口进行自动化、智能化的持续升级，利用 5G 推动港口信息化、自动化，打造“绿色、环保、高效”的智慧港口。

“智慧港口”对通信连接有低时延、大带宽、高可靠性的严苛要求，自动化码头的大型特种作业设备的通讯系统要满足控制信息、多路视频信息等高效、可靠传输。目前港口自动化采用的光纤与 Wi-Fi 等通讯方式存在建设和运维成本高、稳定性与可靠性差等问题，5G 技术的低时延、高带宽、高可靠、大容量等特性结合基于 5G 虚拟园区网的港口专网方案、端到端应用组件，为港口解决好自动化设备的通讯问题提供了全新方案，为“智慧港口”建设注入新动力。

# 1. 智慧港口发展趋势

## 1.1 全球港口发展趋势

2018 年世界经济与港口吞吐量持续温和增长，全球前 20 大集装箱港口完成集装箱吞吐量 3.4 亿 TEU，相对于 2017 年同比增长 3.23%。

排名	港口	国家	2018 年	2017 年	增速
1	上海	中国	4201	4023	4.42%
2	新加坡	新加坡	3660	3367	8.70%
3	宁波舟山	中国	2635	2461	7.07%
4	深圳	中国	2574	2521	2.10%
5	广州	中国	2192	2037	7.61%
6	釜山	韩国	2159	2049	5.38%
7	中国香港	中国	1959	2077	-5.68%
8	青岛	中国	1930	1830	5.46%
9	天津	中国	1600	1507	6.17%
10	迪拜	阿联酋	1495	1540	-2.90%
11	鹿特丹	荷兰	1451	1373	5.68%
12	巴生	马来西亚	1203	1198	0.42%
13	安特卫普	比利时	1110	1045	6.22%
14	厦门	中国	1070	1038	3.08%
15	高雄	中国	1045	1027	1.71%
16	大连	中国	977	971	0.58%
17	洛杉矶	美国	946	934	1.27%
18	丹戎帕拉帕斯	马来西亚	879	826	6.39%
19	汉堡	德国	873	880	-0.80%
20	林查班	泰国	796	778	2.51%

**表：2018 年全球 Top 20 港口集装箱处理量**  
单位：万 TEU（Twenty-foot Equivalent Unit，国际标准集装箱长度单位）

数据来源：Alphaliner，参考网址：  
<http://www.sofreight.com/wap/sfnews/index.html?id=33198>

## 1.2 技术创新助力港口自动化与智能化

当前全球港口面临劳动力成本攀升、劳动强度大、工作环境恶劣、人力短缺的难题，降本增效进行自动化改造成为全球港口共同的诉求。同时本轮数字化技术革新如人工智能、大数据、物联网、5G、自动驾驶的成熟为港口自动化提供了新的动力。集装箱码头越来越多地使用更高水平的自动化来提高生产率和效率并确保竞争优势。国际海事信息网显示：

- 近 75%的码头运营商认为自动化至关重要，以便在未来三到五年内保持竞争力；
- 65%的人认为港口自动化可提升运营安全；
- 受访者对整体投资回报持乐观态度，大约三分之一的受访者认为自动化可以将生产率提高 50%，约五分之一的受访者认为自动化可以将运营成本降低 50%以上；

目前全球自动化集装箱码头已达数十个，随着航运吞吐量的逐年上升，全球各大港口正积极进行自动化改造，势必进入蓬勃发展阶段。

## 1.3 自动化码头探索

在全球港口不断向第五代港口迈进，逐步加快升级创新的背景下，港口的智能化和信息化建设已被视为提升其核心竞争力的重要手段，也是其降低物流成本、提高物流效率的关键所在。

2012年中交集团旗下的振华重工与中远集团旗下中远太平洋合作展开了厦门自动化码头合作，并成功商用投产。厦门港口远海全自动化码头自动化码头全套系统均由我国自主研发，在全球自动化码头建设上可谓独树一帜。自 2016 年 3 月投入商业运营以来，实现安全“零”事故，箱量、工作效率和经济效益提速亮眼。

后续还先后建成了青岛自动化码头和上海洋山自动化码头，青岛自动化码头创造出平均效率 43.23 自然箱 / 小时的成绩，上海洋山自动化码头更是营造出 2018 年全年 200 万 TEU 的成绩（远期可达到 630 万 TEU）的表现。

青岛港自动化码头运用全球领先的智能生产控制系统，采用世界一流的全自动化技术设备，实现了决策智能化、生产流程化、操作自动化、现场无人化、能源绿色化。减少了操作人员约 85%，提升作业效率约 30%，码头设计作业效率可达每小时 40 自然箱，是当今世界自动化程度最高、装卸效率最快的集装箱码头。

世界规模最大、技术最先进的上海港洋山四期自动化码头，最大亮点是采用自动化设备和控制系统，并使用无人驾驶的自动化引导运输车运输集装箱。上海港发展到今天，自动化运作使得运营效率进一步提高，连续七年集装箱吞吐量全球第一。

## 2. 港口无线化价值及需求

### 2.1 港口整体作业流程



以卸货为例，码头作业流程主要包括：

- 装卸作业区内，桥吊将集装箱从船上移动到水平运输工具（AGV，内集卡，跨运车）上。
- 水平运输工具将集装箱从装卸作业区的桥吊下移动到堆场作业区内，龙门吊将集装箱从水平运输工具上卸下，放于堆场内。
- 外集卡经过闸口进入堆场，场桥将集装箱装在外集卡上，出闸口运往目的地。

港口业效率为王，要求 365x24 小时不间断作业，大型船舶租金数数百万元 / 天，多等待或多作业一小时，即浪费数万元；若装卸时间长，货主会选择其他码头。另外对于港口和货主来说，转运效率低会带来直接的经济效益损失，班轮“压港”1 天损失可达数十万甚至数百万元。对于港口来说提升货物转运效率是港口的核心业务诉求，货物的转运重点集中在集装箱堆场和桥吊作业区域，助力垂直运输工具的远程控制 and 水平运输工具无人驾驶，是无线业务应用的主要场景。

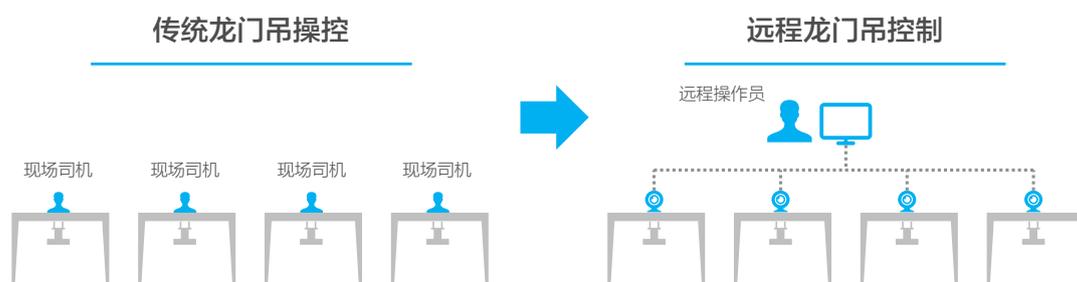
## 2.2 典型业务场景分析

通过与港口行业伙伴的充分需求调研、讨论和分析，我们从中识别并筛选出了对于无线通信具有潜在需求、未来 5G 可能赋能的、最具典型代表意义的四大智慧港口应用场景：

- 龙门吊远程控制
- 桥吊远程控制
- AGV 集卡跨运车控制
- 视频监控与 AI 识别

### 2.2.1 龙门吊远程控制

集装箱码头中，轨道吊、轮胎吊是使用最为广泛的两种龙门吊。轨道吊在堆场内轨道上移动；轮胎吊装有轮胎，机动灵活能够转场作业。目前存量码头多使用轮胎吊，新建码头多使用轨道吊，轮胎吊在存量码头中占比高。龙门吊高度约 30 米，司机室在龙门吊顶部。



目前港口对龙门吊远程控制改造需求迫切。传统龙门吊司机是特殊工种，在 30 米高的司机室操作，作业条件艰苦，现场操作容易疲劳有安全隐患。港口为保证 24 小时作业，每台龙门吊配备三名司机轮换，一个码头通常需要上百名龙门吊司机，对司机人力需求高。远程控制改造后，龙门吊上安装摄像头和 PLC，司机改在中控室观看多路实时视频进行操作，完成龙门吊所有动作如吊车吊具精准移动、抓举集装箱等。龙门吊实现远程控制，可大幅度降低人力成本，1 名远程控制人员可操控 3~6 台龙门吊，同时可改善工作环境，降低对司机的要求，提升作业安全性。

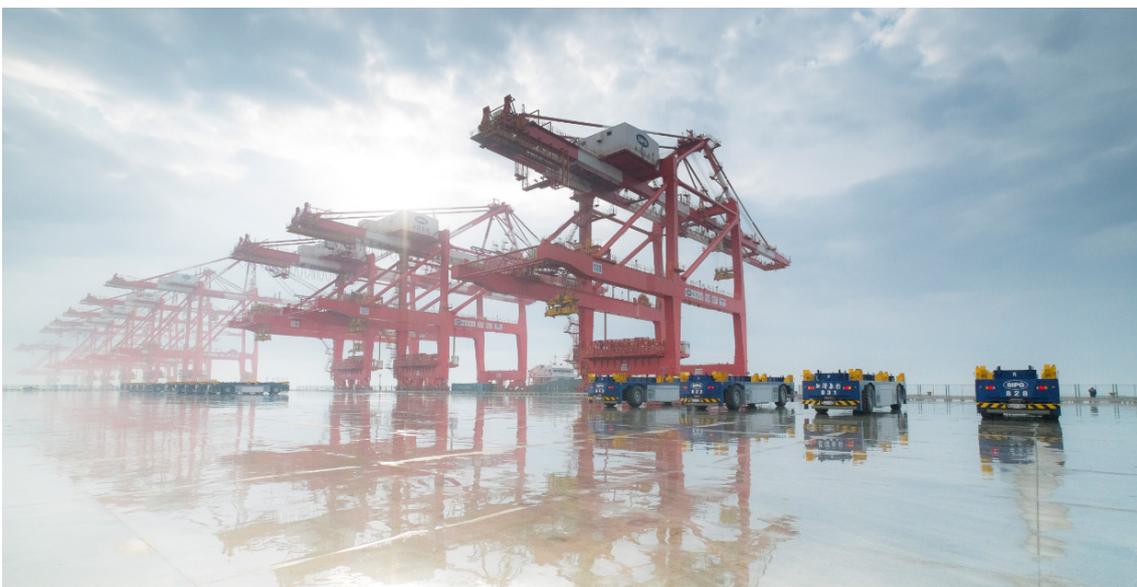
单台龙门吊远程控制一般需要回传 5~16 路监控视频，1080P 分辨率下对带宽需求约 30Mbps，同时中控室与龙门吊的 PLC 通信对网络时延要求在 30 毫秒以内。当前试点的龙门吊远程操控通信方式以光纤、Wi-Fi 为主，基建成本高。同时光纤转场需插拔且易损耗，Wi-Fi 带宽和性能受限。

5G 的大带宽低时延可实现龙门吊远程控制场景中监控视频回传，PLC 可靠通信，大幅度降低龙门吊远程控制改造成本和改造门槛。

## 2.2.2 桥吊远程控制

装卸作业区中主要业务单元是桥吊，桥吊高度 60-70 米，电气房高度 50 米，需要无线网络实现作业区域网络覆盖。桥吊的通信需求分为远程控制和监控两类，远程控制场景下单个桥吊同时回传摄像头数量及以此产生的上行带宽需求是龙门吊的数倍。同时桥吊的部署相对密集，通常 1 公里长的港口海岸线会部署 8~12 台桥吊。此外，桥吊由于垂直、水平移动速度都高于轮胎吊，远程控制对时延要求也更高。

集装箱码头通常采用顺岸式，泊位除足够的水深和岸线长度外，还设系缆桩和碰垫。无线网络设备除了要满足桥吊、TOS 终端的生产和监控需求外，有些情况下可能还需要对停泊船只进行网络覆盖。



## 2.2.3 IGV 集卡控制

随着港口自动化的发展，AGV 集卡向 IGV 集卡的演进也是一个明显趋势，未来自动驾驶集卡上也将具有远程控制能力，当自动驾驶集卡在作业场中出现故障，操作人员可通过摄像头查看周边环境、进行故障判断，并可远程操作自动集卡退出故障区。

AGV/IGV 远程控制至少需要 4 路摄像头，对上行带宽的需求将达到 10-20Mbps/ 台，5G 有望为这类应用提供更好的网络支持。例如，当 AGV/IGV 在操作现场出现故障时，远程操作员需要根据收集的信息对 AGV/IGV 周围环境进行学习，识别故障，并远程操控 AGV/IGV，使其走出目标区域。目前上海洋山港四期的 AGV 集卡已开始加装监控摄像头，对行车故障进行判断并协调远程操作。

## 2.2.4 视频监控与 AI 识别



视频监控在港口应用场景:

- 吊车摄像头对集装箱编码 ID 的 AI 识别，自动理货；
- 安全防护: 对司机面部表情、驾驶状态进行智能分析，对疲劳、瞌睡等异常现象预警。
- 运营管理: 车牌号识别、人脸识别、货物识别管理
- 智能巡检: 利用无人机、机器人快速智能巡检

目前港区很多区域无法部署光纤。对于临时部署场景和移动场景，无线回传作为光纤的补充具有部署灵活，调整便捷，低成本的优势。5G 大带宽广连接能力有效支持多路高清视频和传感器信息回传。结合边缘计算 +AI 能力，5G 将帮助港口设备和生产系统同步协调，自动高效地完成任务，从而提升港口作业效率和智能化运作水平。

## 2.3 港口应用对无线需求指标

总结港口自动化发展对无线网络的需求指标如下:

应用场景分类	场景描述	整体需求描述	网络需求		
			网络双向时延	带宽	可靠性
基于视频远程控制	起重机远程操作场景（控制部分）	低延时，高可靠，大带宽	<30ms	50-100kbps	99.999%
	起重机远程操作场景（视频部分）	低延时，高可靠，大带宽		30-200Mbps	99.9%
车联	港区内自动集卡的场景	低延时，高可靠	<50ms	10-20Mbps	99.9%
监控视频	大数据流量监控场景	大带宽、多并发	<200ms	2-4Mbps	90%
传感采集	低功耗传感器通信数据采集场景	多并发	尽量保障	尽量保障	90%

当前港口自动化改造中尝试使用的非蜂窝技术如光缆、波导管、Wi-Fi 等通信方式，存在技术、成本、维护、安全等方面问题。

首先非蜂窝解决方案在技术上存在不足：Wi-Fi 抗干扰能力差、覆盖能力差、性能不够稳定，不能很好支持大范围多客户端移动覆盖。波导管，漏波电缆，光缆传输方式需要在整体系统设计中对其做出系统级让步，例如放大相关安全距离，降低设备运行速度等。

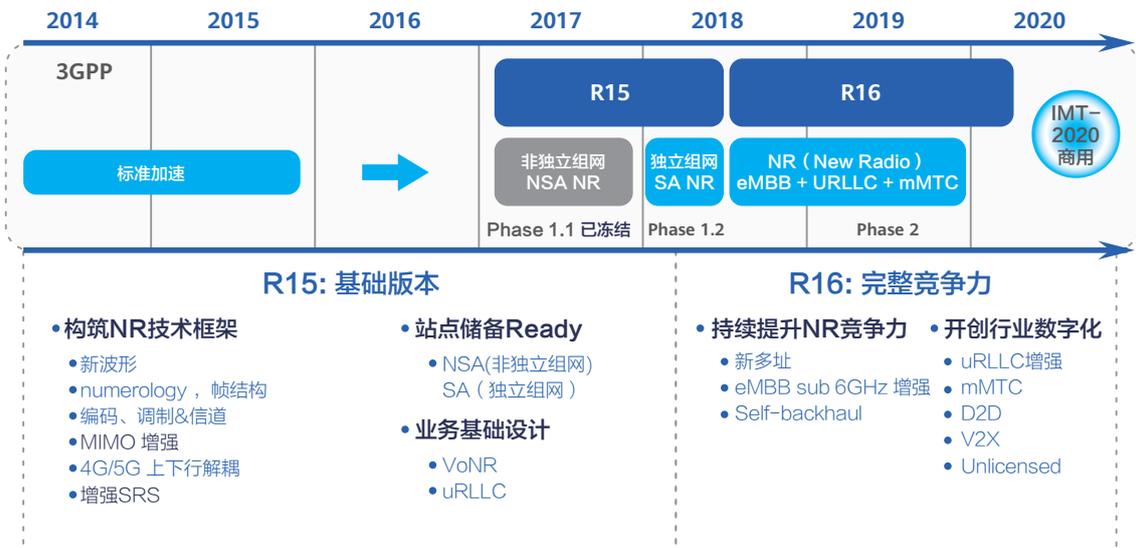
其次现有无线技术或电缆卷盘的单台平均成本大约几十万元（视港口实际基建施工难度而定），导致传统码头向信息化、自动化码头转型在通信层面上门槛变高。全球大量的传统集装箱码头在某些层面上不具备码头新的通信基建能力，无法在港区内破土动工建造大量的无线通信基站和光缆土建。非蜂窝技术需要港口方具备专业的网络及通信职能部门，这进一步增加港口维护成本和难度。

下表给出了蜂窝技术和 Wi-Fi 技术的主要技术指标对比。

比对维度	蜂窝网络	Wi-Fi 网络
频谱	授权频谱	非授权频谱，干扰复杂
移动性	完备的移动性管理措施，切换、重选、漫游。	无切换机制： 只有 AP 间重选，时延大。非标准的同频 Mesh 无缝切换技术，对 AP 资源消耗大。
多用户容量 / 干扰	优。 基于集中多用户调度的 QoS 保障机制，支持大容量用户的同时接入。	无调度机制： CSMA-CA 信道接入技术（抢占机制，先到先得），信道利用率较低，接入用户较多时，发生碰撞概率更大，性能下降更严重。
安全性	支持双向认证	仅单向认证接入终端，没有对 AP 身份进行认证，非法用户容易装扮成 AP 进入网络
QoS	支持 QoS 分级	无

# 3. 5G 技术赋能智慧港口

## 3.1 5G 标准与部署进展



5G 标准的制定是一个不断发展和完善的过程：第一版国际标准（Rel-15）已全部完成，第二版增强标准（Rel-16）正在制定中，预计 2020 年 3 月完成，面向演进的 Rel-17 标准已启动技术布局，进入立项规划阶段。

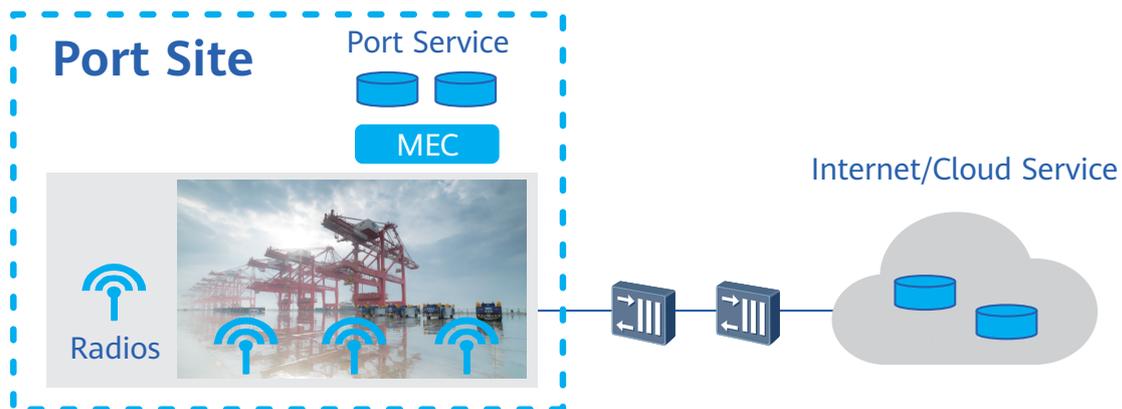
5G 是一张具备大速率、大连接、低时延的网络，通过这些能力，可以满足未来万物互连的需求，从而推动工业化能力的发展。具体来说就是大速率：eMBB，峰值速率达到 10Gbps，平均吞吐率数百兆；大连接，mMTC，一个小区支持 100 万个连接；低时延，uRLLC，空口时延低至 1ms；这些相对于 4G 有 10 倍到 100 倍的提升。5G R15 基础版本将首先赋能增强移动宽带 eMBB 类行业应用，R16 引入 uRLLC、mMTC 等特性后，将具备全面赋能行业数字化的能力。

## 3.2 5G 港口专网解决方案

移动运营商为消费者提供了无处不在的网络连接服务，但港口应用场景在带宽、覆盖、时延等性能要求上有很大的不同，同时港口企业通常有数据不出港口网络的要求。为了满足这些需求，港口专网应包含混合专网和独立专网两种基本网络结构。

### 3.2.1 混合专网

在混合专网场景下，港口内部将部署专用无线接入网络和移动边缘计算（MEC）设备。网络控制面功能由公网承担，用户面功能将根据需求分流至港口内部网络或者 Internet。



#### 3.2.1.1 网络部署方案 -VCN

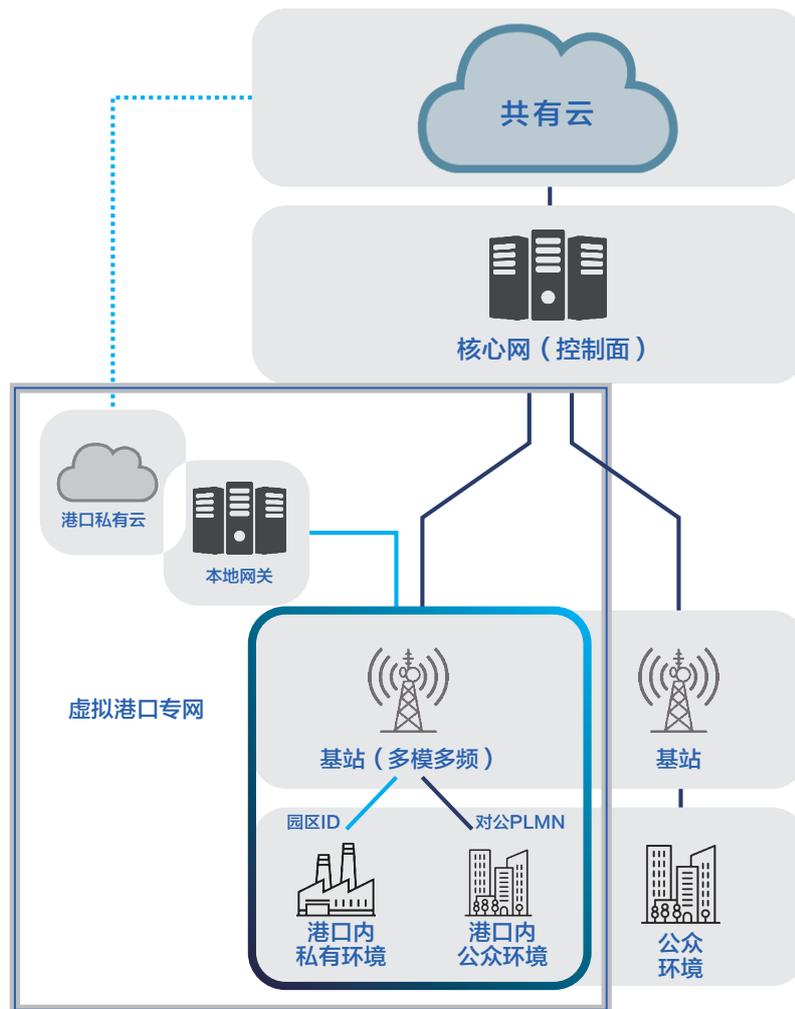
##### 3.2.1.1.1 网络结构

VCN 是一种典型的混合专网解决方案。其网络架构为，运营商在公共网络基础上，根据容量 / 质量需求切出部分专有频谱给企业生成专用小区；为港口定义独立 ID；基于核心网用户面 / 控制面分离架构，建立用户面独立本地网关，实现本地数据分流。

该5G无线专网主要具备以下六大特性:

- 网络设备最大程度共享，频谱灵活共享或完全隔离，专网版本 / 功能更新完全和大网同步
- 可实现公、专网的用户识别和切片感知
- 网络能力即服务，资源可按需配置
- 通过本地化网关，实现最短路由和最低时延
- 该业务架构下运营商专网服务发放便利
- 企业与运营商实现双赢，企业购买服务获得专有网络能力、轻资产布局数字化基础设施；运营商释放频谱和网络潜能，网络能力变现带来增量收益

下图是基于5G虚拟园区网业务架构的港口专网组网图：



该解决方案架构下的技术实现：

- 对某个大型港口集团客户定义港口专用 ID 号码，并批量制作独立的 SIM 卡
- 基于核心网网关 CU 分离架构，为港口建立独立的本地网关 UPF(SGW-U/PGW-U)
- 基于 NSA 4/5G 双模基站，或者 4G、5G only 基站，对该港口，单独定义独立小区（一个 LTE 载波，或者一定 5G 带宽）
- 一个基站内，为港口服务的小区用港口 ID 标识，其他资源小区用公网 PLMN 标识，基站和两个网关分别建立路由，实现一个基站支持多种网络 ID 标识
- 不同 SIM 卡用户，在不同类型小区接入；业务过程中，根据 APN/PLMN/TAC/切片 ID 等，SMF(MME/SGW-C/PGW-C) 选择对应的 UPF(SGW-U/PGW-U)，实现数据分流
- 对于港口 ID，提供独立的本地性能统计功能
- 未实现和部署 E2E 切片流程前，采用 sub PLMN +TAC 等形式试水港口专网，实现切片后，把 sub PLMN+TAC 转变为切片 ID 即可，整体组网 / 功能和商业逻辑不变

### 3.2.1.1.2 港口专网演进路标

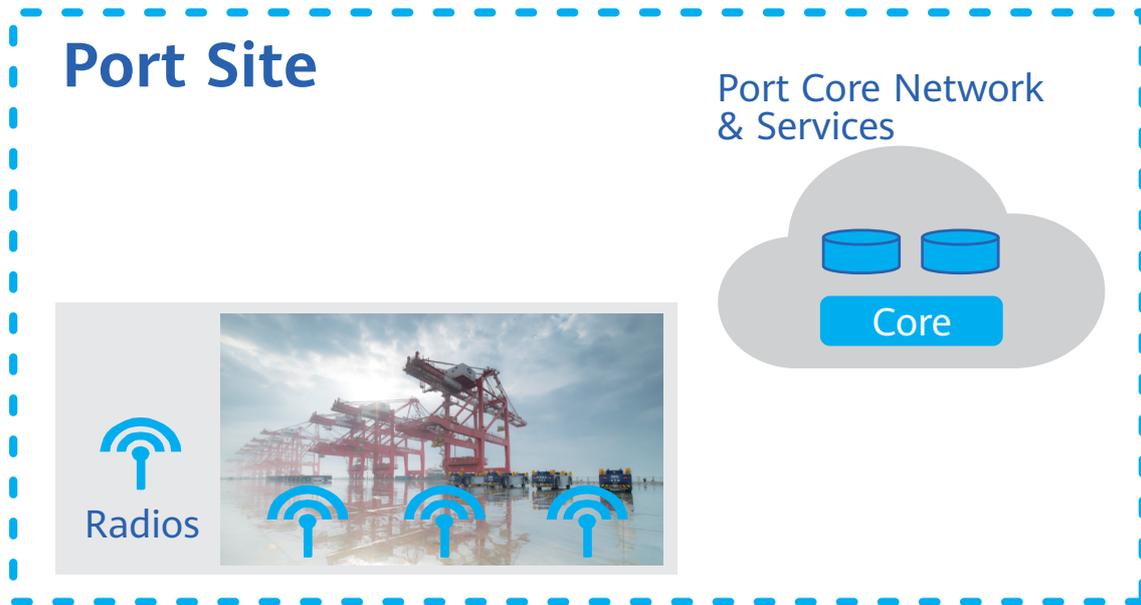
港口专网的主要优势有：实现港口自定义网络标识，提供可保障的服务。公网用户无法接入港口专网小区，专网内部用户话务模型相对恒定；用户时延和带宽基本稳定，可预期。

作为参考，下面给出基于 5G 虚拟园区网业务架构的港口专网演进路线图



### 3.2.2 独立专网

在独立专网场景中，港口将部署完整的蜂窝网络，包括专用的无线网、核心网等设备。所有港口终端的控制面和用户面数据都承载在独立专网上，同时可根据需求完成与外网的互联。



## 3.3 港口 5G 业务特征与适配组件

5G 商用进程不断推进，其提供的大带宽、低时延和大连接等特性，在港口业存在较大的融合前景，因各种原因而需将海量机器视觉的影像上传到云，将对港口基础设施、运输组织模式、监管模式等产生深远影响。

与消费者 2C 应用以下行为主不同，行业 2B 应用需求呈现大上行、高可靠等特点。华为联合中国移动总结各行业中将视觉信息无线传输到云端处理的应用称为机器视觉云应用，按照对带宽、时延的要求不同可分为云监控、云直播、云操控、云视觉四个子类应用。此外，机器视觉云能支持对机器的远程观看、远程监控和远程控制，此类操作不仅要求上传视频所需的上行大带宽，还要求信号控制所需的下行低时延和高可靠性。机器视觉云将改变行业工作方式，提升各行业工作效率。

5G R15 版本已经可以基本支持 AGV 的引导与控制, 以及对轮胎吊的远程控制。随着 5G 上行容量增强, 低时延和高可靠特性引入, 这类应用将拥有更先进的功能。

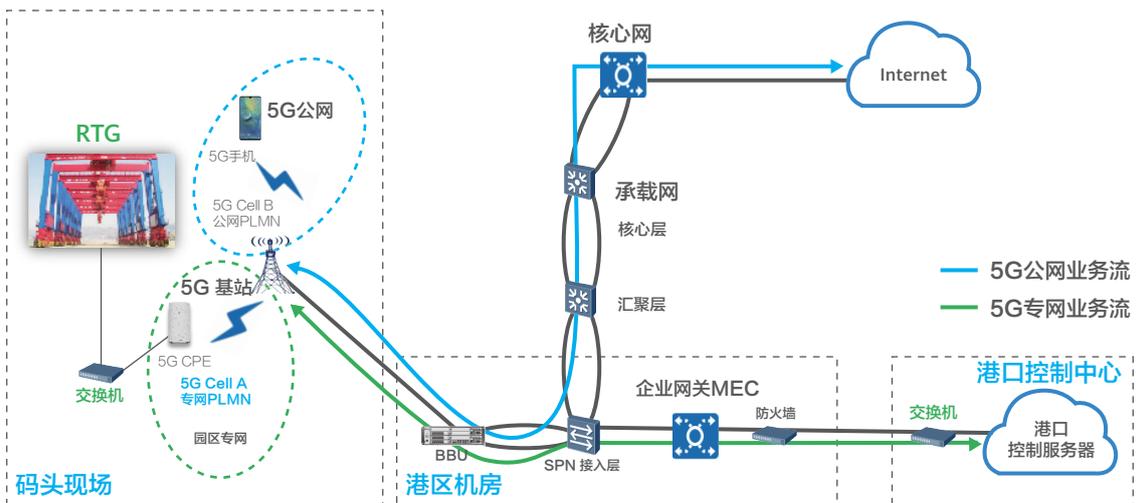
在港口与电信领域联合创新过程中, 华为发现 5G 与港口现有信息化系统对接存在很多实际的对接问题: 5G 如何承载二层协议, 不改动现有设备地址与组网, 端到端监控视频质量与控制时延等。华为向合作伙伴提供一系列生态组件, 包括业务原型系统, 业务质量评测组件等, 加速 5G 在港口等垂直行业的落地。

## 4. 5G 智慧港口案例

在中国，中国移动根据无线网络资源的定制程度，提出了三种港口专网部署方案，分别为 1、混合专网，即港口使用专用频率，与公网共用基站设备；2、虚拟专网，即港口与公网共用频率和基站设备；3、物理专网，即港口使用专用频率和基站设备。

5G VCN 是混合专网的一种，适合在港口部署。2019 年中国移动、振华、华为在中国多个港口进行了 5G 智慧港口试点验证，以上海洋山港为例：上港洋山冠东码头现有轮胎吊约 150 台，全部为工人现场操作，为适应未来自动化码头趋势，上港与振华重工、中国移动、华为联合进行轮胎吊 5G 远控改造验证。通过在上海洋山冠东码头部署中国移动 5G 虚拟园区网，实现本地分流数据不出港口，业务低时延，专网用户和公网用户通过频谱隔离，共享 5G 基础通信网络承载和专业运营。港机的工业控制协议和视频数据通过 5G 承载，本案例中轮胎吊 5G 远控的网络需求如下：

- 视频监控：每个轮胎吊视频回传上行带宽 30Mbps，5G 承载 RTP 协议，三层组网
- PLC 控制：5G 网络端到端时延小于 30 毫秒，5G 承载工业总线，二层组网



洋山港项目中，中国移动发挥 2.6GHz 和 4.9GHz 双频资源优势，根据行业客户业务需求，灵活选择频率方案，利用中国移动建设和优化全球最大 4G 网络的经验，以满足客户个性化需求为目标，通过频谱协同和公专融合建设精品无线网络，通过提供行业领先的端到端行业专网建设和交付能力，打造“网络即服务”的经营模式，以集中一体的网络切片服务平台为垂直行业提供高可靠、强性能、易部署的专网服务，更好地满足行业用户的定制化需求。

本案例基于 5G 虚拟园区网的港口专网方案，一套基站硬件同时支持公网业务与虚拟专网业务，并可实现核心网 CU 分离，通过在洋山港园区建立本地网关 MEC 实现数据不出港口。中国移动为洋山港客户定义独立 sub PLMN 号码，并提供独立的 SIM 卡。通过基站相关特性，一个基站支持多个 PLMN，公网和专网用户，在不同 PLMN 小区接入，根据 APN/PLMN/TAC 选择对应的数据网关，实现数据分流。本案例同时使用机器视觉云生态组件，实现 5G 对港方系统无感知集成，适配二层三层组网，进行端到端业务质量评测。

5G 大带宽、低时延特性结合 5G 虚拟园区网港口专网方案，可完全应用于港口轮胎吊远程控制应用，提升轮胎吊作业效率和安全性，相比原有光纤和 Wi-Fi 方案可降低系统建设和维护成本。5G 远程控制轮胎吊案例作为智慧港口的先行探索，对港口智能化的发展具有很强的指导和示范作用，对未来打造智慧港口，提升港口作业效率，将产生积极意义。

## 5. 智慧港口未来展望

展望未来，智慧港口的建设及管理无疑是今后港口发展的重要课题。港口运营将继续朝着设备操作自动化、港口调度智能化、信息数据可视化发展，实现真正意义上的智能港口。轮胎吊远程控制只是 5G 运用于港口的第一个尝试，可以预见 5G 技术将促进传统码头全面自动化改造，创造更多新的应用，提升生产效率。

华为作为 5G 时代的技术先行者，在港口领域的实践也意识到合作共赢的重要性、必要性。在中国，华为联合中国移动不断强化与振华重工的合作，并在上海洋山港、宁波港项目上开展了合作。在西欧，华为、振华重工也将与西欧运营商携手探讨如何解决更多港口自动化场景的问题。

在即将到来的全球港口自动化、智能化大潮中，华为的 5G 技术将是这一趋势大潮最好的助推技术之一，华为与振华重工也将联合更多全球领先运营商，秉承以客户为中心的原则，再结合人工智能、云计算、大数据、物联网等技术为港口客户打造更多有效的解决方案。

# 附录 1：振华重工企业介绍

上海振华重工（集团）股份有限公司（英文简写 ZPMC）是重型装备制造行业的知名企业，为国有控股 A、B 股上市公司，控股方为世界 500 强之一的中国交通建设股份有限公司（以下简称中国交建）。公司前身是成立于 1885 年的公茂船厂，历经百余年的发展，于 2009 年正式更名为振华重工。公司总部设在上海，并在上海本地及南通等地设有 10 个生产基地，占地总面积 1 万亩，总岸线 10 公里，其中深水岸线 5 公里，承重码头 3.7 公里，是全国也是世界上最大的港口机械重型装备制造制造商。公司拥有 20 余艘 6 万吨~10 万吨级整机运输船，可将大型产品跨海越洋运往全世界。

振华重工的母公司中国交建是世界最大的港口设计建设公司、世界最大的公路与桥梁设计建设公司、世界最大的疏浚公司、世界最大的集装箱起重机制造公司、世界最大的海上石油钻井平台设计公司；是中国最大的国际工程承包公司、中国最大的高速公路投资商；拥有中国最大的民用船队。2019 年，中国交建居《财富》世界 500 强第 93 位。

## 附录 2：术语表

简称	全称
COSCO	中远集团
AGV	自动导引运输车
APN	接入点名称
eMBB	增强型移动宽带
eMTC	增强型机器类型通信
IGV	智慧型导引运输车
MEC	移动边缘计算
MME	移动性管理实体
PLC	可编程逻辑控制器
PGW	分组数据网网关
PLMN	公共陆地移动网络
RAN	无线接入网
RMG	轨道龙门吊
RTG	轮胎吊
SGW	服务网关
SMF	会话管理功能
TAC	跟踪区域码
TEU	国际标准箱单位
TOS	码头操作系统
UPF	用户界面功能
URLLC	超高可靠超低时延通信
VCN	虚拟园区网络

邮箱: [XLabs@huawei.com](mailto:XLabs@huawei.com)

官方网站: <https://www.huawei.com>

版权所有 © 华为技术有限公司 2019。保留一切权利。

## **免责声明:**

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

